

03-046

CREATION OF A LAMB MORPHOMETRIC MEASUREMENT ALGORITHM FOR THE AUTOMATION OF WEIGHING THROUGH 3D IMAGE PROCESSING

Samperio Fernández, Enrique ⁽¹⁾; Díez Calvo, Susana ⁽¹⁾; Heras Romanos, Elena ⁽¹⁾; Lidón López, Iván ⁽¹⁾; Rebollar Rubio, Rubén ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Zaragoza

Nowadays, many of the processes carried out in livestock farms have been technified and automated, improving their performance and profitability. However, despite the fact that this technification has taken place in most livestock sectors, the sheep sector still have less resources than other species to apply these technological improvements. As a result, tasks that are fully automated in other species, are still carried out in the traditional way on sheep farms. Currently, one of the biggest problems detected within this sector is the difficulty of the farmer in weighing lambs. Weighing them through a roman scale or dynamometer is a difficult task on a physical level that generates too much stress on the animal. This causes that many farmers decide to dispense with weighing and estimate the weight at first sight. The aim of this study is to generate an algorithm by means of different morphometric measurements of the lamb which can establish a correlation between some of these measurements and the weight of the animal. The purpose of this algorithm will be to develop a device that helps the farmer in the weighing process and increases animal welfare.

Keywords: lamb weighing; morphometric measurement; animal welfare

CREACIÓN DE UN ALGORITMO DE MEDIDAS MORFOMÉTRICAS DE CORDEROS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PESAJE MEDIANTE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES 3D

A día de hoy, muchos de los procesos realizados en las explotaciones ganaderas se han tecnificado y automatizado, mejorando el rendimiento y la rentabilidad de las mismas. Sin embargo, a pesar de que esta tecnificación se ha producido en la mayoría de los sectores ganaderos, el sector ovino todavía no cuenta con los recursos de otras especies para introducir dichas mejoras tecnológicas. Esto ocasiona que tareas que en otras especies están totalmente automatizadas, en las explotaciones ovinas todavía se realicen de manera tradicional. Actualmente, uno de los mayores problemas detectados dentro de este sector, es la dificultad del ganadero a la hora de pesar los corderos. El pesaje de los mismos mediante romana o dinamómetro es una tarea difícil a nivel físico que genera demasiado estrés en el animal. Esto provoca que muchos ganaderos decidan prescindir del pesaje y estimar el peso a simple vista. El objetivo del presente estudio es la generación de un algoritmo que mediante diferentes medidas morfométricas del cordero pueda establecer una correlación entre alguna de estas medidas y el peso del animal. La finalidad de este algoritmo será desarrollar un dispositivo que ayude al ganadero en el proceso de pesaje y aumente el bienestar animal.

Palabras clave: pesaje de corderos; medidas morfométricas; bienestar animal

Correspondencia: Enrique Samperio Fernández esamperio@unizar.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

El pesaje de los animales es un aspecto importante en la monitorización de las explotaciones ganaderas. Más concretamente en la ganadería ovina, el pesaje es necesario para diferentes procesos durante la vida del cordero, sobretodo en las fases iniciales del crecimiento del mismo (Brown et al., 2015). Así, el control del peso durante la gestación de las hembras puede ayudar a la predicción del peso de sus crías, al existir una relación directa entre ambos (Greenwood et al., 1998). Adicionalmente se han encontrado relaciones entre el peso de las crías, su desarrollo y la supervivencia de las mismas (Hatcher et al., 2008).

Por otro lado, un adecuado control del peso puede ayudar a trabajar en la mejora de la capacidad maternal. Se han encontrado estudios que demuestran que el peso del cordero esta influenciando directamente la cantidad y calidad de la producción de leche materna en la época de lactancia (Ángeles Hernández et al., 2018). Esto ayudaría a disminuir la mortalidad de corderos recién nacidos, ya que el ganadero podría realizar de forma más eficiente el seguimiento, tanto de las hembras durante su embarazo como la evolución del crecimiento de las crías.

Por último, es necesario que el ganadero mantenga un adecuado control del peso del cordero si quiere recibir una compensación económica máxima cuando lleve los animales a la comercializadora. Actualmente, un cordero que se encuentre por debajo o por encima del umbral establecido de peso, tiene un precio menor que los corderos dentro del umbral.

A día de hoy, muchos de los procesos realizados en las explotaciones se han tecnificado y automatizado, entre ellos el peso (Tullo, Finzi, & Guarino, 2019). Sin embargo, la ganadería ovina no cuenta con los recursos económicos que pueden tener otros sectores. La rentabilidad en cuanto a la producción y venta de productos es menor en comparación con otros sectores como el vacuno o el porcino. Esto, junto con la poca cualificación tecnológica de muchos de los ganaderos, ha causado que el proceso de tecnificación en las explotaciones ovinas no haya progresado. Por todo ello, es necesario desarrollar herramientas acordes con las necesidades y limitaciones del sector, tanto económicas como de capacitación tecnológica de los ganaderos.

Para que el proceso de tecnificación tenga éxito, es necesario que el ganadero este predisuesto a la utilización de las herramientas (Kaler & Ruston, 2019). Para generar esa predisposición en el ganadero es importante que las herramientas estén adaptadas al entorno de trabajo y a los conocimientos tecnológicos del ganadero ya que sino, la introducción de la tecnología podría tener repercusiones negativas tanto para el ganadero como para la explotación (Ndour et al., 2017).

Esta tecnificación en cuanto al pesaje, se limita actualmente a la instalación de básculas en algunas explotaciones, pero lo más habitual sigue siendo el pesaje mediante romana o dinamómetro o "a ojo". Estos procesos generan mucho estrés en el animal, mucho esfuerzo para el ganadero y en algunos casos son muy imprecisos. Se ha comprobado que el estrés puede hacer que la calidad de la carne y la leche disminuya (Ferguson & Warner, 2008). Por otro lado, disminuir el esfuerzo que realiza el ganadero en sus labores cotidianas también ayuda a mejorar su salud mental y en ese caso, mejorar también el trato entre ganadero y animal (Ndour et al., 2017).

La importancia del pesaje en la ganadería y los métodos que se utilizan actualmente, convierten a este proceso en prioritario para la implantación en el trabajo diario en las explotaciones ganaderas.

Para lograr esa mejora en el proceso de pesaje, se pretende diseñar un método en el que el ganadero no tenga que realizar ningún esfuerzo, el animal no sufra estrés y sea suficientemente preciso. Lo que se pretende a partir del trabajo que aquí se presenta es desarrollar un dispositivo portátil, el cual mediante la captación de una imagen 3D del cordero, sea capaz de estimar el peso del mismo de forma inmediata.

El primer paso hacia el desarrollo de un dispositivo de estas características es la búsqueda de una relación entre el peso del cordero y determinadas medidas morfométricas del animal. En la literatura revisada se han encontrado multitud de investigaciones que han desarrollado modelos y algoritmos para la estimación del peso en vivo de un animal a partir de una serie de medidas morfométricas del mismo (Afolayan, Adeyinka, & Lakpini, 2006) (Atta & El Khidir, 2004) (Topal & Macit, 2004) (Sowande & Sobola, 2008) (Yilmaz, Cemal, & Karaca, 2012).

Estas referencias ponen de manifiesto que se pueden hallar correlaciones entre determinadas medidas morfométricas de un animal y su peso en vivo. La medida que más aporta a esta correlación suele ser el perímetro torácico, que junto con otras medidas y los datos de edad y sexo del animal permiten realizar una estimación más precisa del peso del mismo. No obstante, en el presente trabajo se hará necesario establecer otro tipo de correlaciones ya que se pretende estimar el peso a través de imágenes 3D tomadas cenitalmente por lo que no será posible conocer algunas medidas como por ejemplo el perímetro torácico. Esta circunstancia llevará a considerar otro tipo de medidas para generar el nuevo modelo.

Una vez generado el modelo, se deberá diseñar el dispositivo que sea capaz de aplicarlo automáticamente. En el trabajo que aquí se presenta, se va a mostrar la primera parte de este estudio que consiste en la búsqueda de un modelo de cálculo del peso en vivo del animal basado en unas medidas morfométricas que puedan ser captadas por una imagen 3D del animal tomada cenitalmente.

2. Metodología

Materiales y métodos

Para la realización de este trabajo se ha realizado un estudio morfométrico a 86 corderos de la raza Rasa Aragonesa. Esta raza se distribuye en un 97% en Aragón, ya que se extiende principalmente dentro del valle del Ebro. A 31 de diciembre de 2018 el censo de animales reproductores de la raza superaba los 374.000 en 454 explotaciones. Se trata de una raza con un sistema de producción semi-extensivo que tiene como cualidades una elevada rusticidad, instinto gregario, buen instinto maternal todo el año, capacidad lechera suficiente, capacidad de pastoreo y adaptación al medio difícil en que se explota.

En la raza Rasa Aragonesa se ha demostrado que uno de los factores que más intervienen en la rentabilidad de las explotaciones es el número de corderos vendidos por oveja y año. En este sentido, resulta evidente que una vía alternativa de aumentar la rentabilidad de las explotaciones sería mejorar la eficiencia de las ovejas, incrementando tanto la productividad por parto como la rentabilidad económica obtenida por la venta de carne. En ambos casos, el peso es un factor clave.

Si nos centramos en la producción cárnica, se trata de una raza que produce un tipo de cordero característico de la región denominado Ternasco, con un mínimo de 40 días en lactación, con un peso vivo entre 18-26 Kg (8 a 12,5 Kg. de peso canal fría).

Por este motivo, se ha intentado que los corderos medidos estuviesen entre los kilogramos anteriormente citados. Los corderos que se han estudiado tenían un peso medio de 22,31 Kg con una desviación típica de 3,36 Kg, un peso máximo de 30,1 Kg y un peso mínimo de 15,2 Kg.

Inicialmente se tomaron diferentes medias del cordero entre las que se encontraban las siguientes: altura de cruz (A), perímetro torácico (PT), perímetro máximo (PM) y perímetro posterior (PP), anchura delantera (AD) tomada justo detrás de las patas delanteras, anchura máxima (AM) tomada en la parte más prominente del lomo y anchura trasera (AT) tomada justo delante de las patas traseras y longitud del cuerpo tomada desde la cruz a la grupa (L), como se observa en la Figura 1. Sin embargo, posteriormente se rechazaron las medidas altura a la cruz, perímetro torácico, perímetro máximo y perímetro posterior, ya que eran medidas imposibles de obtener mediante una imagen cenital del cordero.

Figura 1. Esquema de las medidas tomadas



Para cada una de estas medidas se realizaron tres mediciones y posteriormente se calculó la media aritmética de las mismas. Para evitar cualquier tipo de sesgo en la evaluación, todas las medidas fueron tomadas por un mismo técnico con el uso de las mismas herramientas y en todos los casos fue asistido por un veterinario para la manipulación del animal durante las mediciones como se puede ver en la Figura 2. Asimismo, todos los corderos fueron pesados en una báscula electrónica que tomaba 20 medidas en 6 segundos y que calculaba el valor medio de todas ellas, dato que fue registrado como peso final de cada cordero.

Todas las medidas, tanto de peso como morfométricas, fueron tomadas a la misma hora del día, entre las 11:00 y las 13:00 h, cuidando que todos los corderos estuvieran en las mismas condiciones de alimentación e hidratación.

Figura 2. Posición y herramientas de la toma de medidas en el cebadero



3.Resultados y discusión

Inicialmente, se realizó un modelo lineal general a partir del sexo y el conjunto de variables morfométricas mencionadas en el apartado anterior a las que se añadió una nueva denominada Área media y que consiste en el cálculo aproximado del área de la superficie del lomo del animal realizado con la combinación de varias de las variables anteriores.

Se efectuó en una primera fase de análisis un proceso de selección de variables basado en la metodología propuesta por Collet (2015) y en los métodos stepwise. El criterio para la selección de las variables fue el cambio en el coeficiente de determinación ajustado y que pudieran ser tomadas en una imagen cenital del animal. El modelo definitivo se realizó con las siguientes variables: género, longitud media, anchura delantera y anchura trasera.

Posteriormente se realizó un análisis exploratorio mediante el gráfico de residuos y el estadístico de Cook para la detección de observaciones atípicas e influyentes que afectaban al ajuste del modelo.

Se partió del conjunto de 86 medidas comentadas anteriormente y después del filtrado de observaciones el conjunto de datos para la construcción del modelo definitivo fue de 70 observaciones con un rango de pesos de 15,2 a 26 kg. El coeficiente de determinación ajustado del modelo final para las 70 observaciones fue del 91%. En cuanto a los pesos estimados por el modelo, el rango de pesos predichos fue de 16.18 y 25,88.

Los coeficientes del modelo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Coeficientes del modelo

Variable	Coefficiente
Constante	-19,03913
Sexo (Macho=0, Hembra=1)	-0,297551
Longitud	0,6990537
Anchura delantera	0,777179
Anchura trasera	0,3593045

El porcentaje de error medio fue del 3,3% con una desviación típica del 2,5. 19 medidas (27%) presentaron porcentajes de error superiores al 5%, y sólo una medida llegó a un porcentaje de error superior al 10%, que se corresponde con el valor de pesos inferior (15,2 Kg). De estas 19 medidas con porcentaje de error superior al 5%, 4 de ellas eran para pesos superiores a 24 Kg y 6 para observaciones inferiores a 18 Kg.

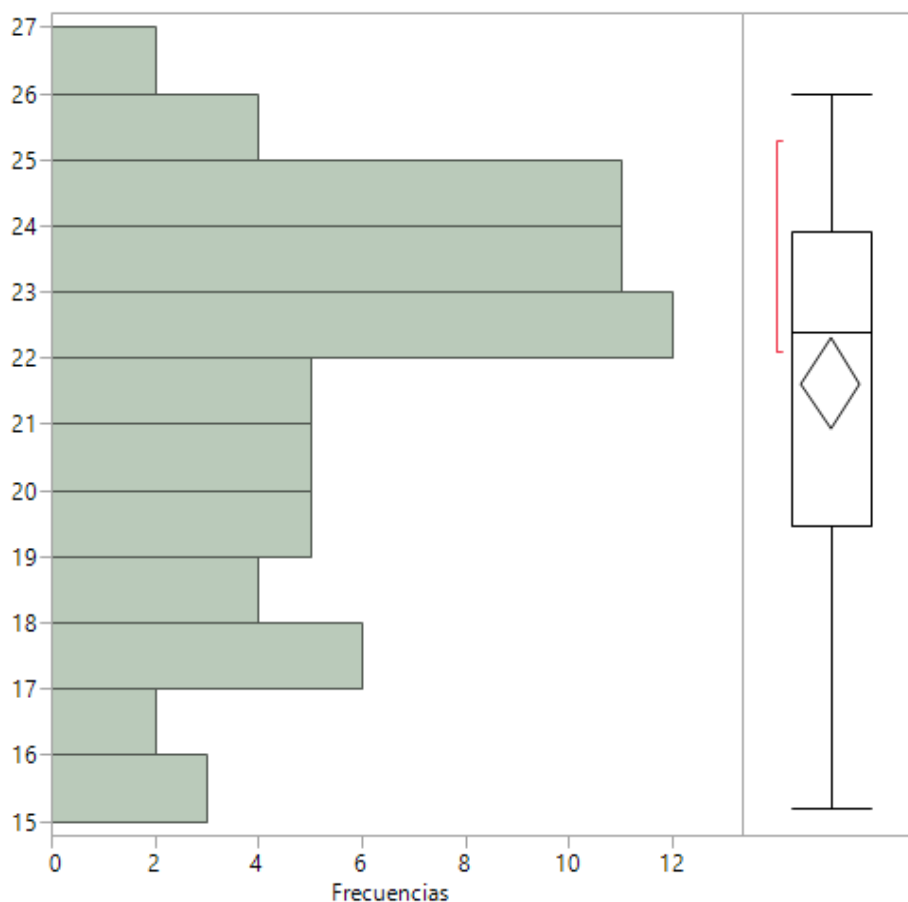
Los resultados obtenidos son claramente prometedores, aunque resulta indispensable para obtener una mejor aproximación del cálculo del peso del modelo el medir un mayor número de corderos, especialmente en la zona de los extremos de los pesos de interés, ya que como se puede ver en la Figura 3, es donde se tiene un menor número de ejemplares y es donde el modelo comete errores más significativos.

Los resultados han demostrado que aunque las medidas del perímetro torácico funcionan correctamente para la estimación del peso de otras razas de ovejas (Yilmaz et al., 2012)(Topal & Macit, 2004), otras medidas, en este caso medidas cenitales en corderos de raza Rasa Aragonesa, tienen una relación directa con el peso y el error en la estimación es lo suficientemente bajo para que se considere adecuado.

El desarrollo de este modelo hace viable la idea de desarrollar un dispositivo que pueda estimar el peso en vivo de un cordero mediante la captación de una imagen 3D desde un punto de vista cenital. Este dispositivo puede ser un primer paso hacia la tecnificación del sector, ya que puede mejorar considerablemente el proceso de pesaje actual. Con el dispositivo se generará menos estrés en el animal (Ferguson & Warner, 2008), ya que se podrá realizar la medición a distancia y sin ningún tipo de contacto con el cordero. Además reducirá el tiempo del proceso, dando más tiempo al ganadero para realizar otras actividades, mejorando así su relación con los animales (Ndour et al., 2017), y sobretodo, el aumento de precisión en la estimación del peso, permitirá al ganadero obtener mayores ganancias económicas por cordero.

En el futuro desarrollo del dispositivo, se debería considerar la combinación de varias de las medidas capturadas para para mejorar la precisión de la estimación, ya que posiblemente no siempre la imagen tomada sea la ideal para capturar alguna de las medidas.

Figura 3. Distribución de las frecuencias de los corderos utilizados para la realización del modelo



4.Conclusiones

Con los datos obtenidos del estudio morfométrico de los corderos se ha podido crear un modelo para poder estimar el peso de un cordero vivo a partir de una serie de medidas de su anatomía que puedan además ser tomadas con una cámara 3D desde un punto de vista cenital.

Los resultados del modelo son prometedores, sin embargo, resulta necesario aumentar el número de medidas de corderos, sobre todo en los extremos - corderos con bajo peso y corderos con peso alto - para mejorar la precisión de cálculo del mismo.

Ello va a permitir desarrollar un programa propio que, a partir de las imágenes tomadas en 3D por el dispositivo, obtendrá las medidas morfométricas del animal que permita estimar su peso mediante el modelo calculado. Se pretende que este software pueda funcionar en un futuro en dispositivos portátiles tipo móvil o tableta.

El animal sufre mucho estrés actualmente ya que para la realización del pesaje es necesario manipular al cordero con las manos y separarlo del resto. Por ello, el dispositivo tendrá como objetivos, realizar la operación de pesaje a una distancia adecuada del cordero para que el ganadero no tenga ningún tipo de interacción directa con el cordero, y de esa forma, disminuir el estrés de los corderos evitando el contacto con ellos. De la misma forma, se disminuirá el

esfuerzo del ganadero y se intentará reducir el tiempo que en este proceso. Por último, el objetivo más importante, será de disminuir el error actual en la medida del pesaje, que es lo que repercutirá directamente en la economía del ganadero y podría convertirse en el mayor incentivo para dar el primer paso hacia la tecnificación del sector.

5. Referencias

- Afolayan, R. A., Adeyinka, I. A., & Lakpini, C. A. M. (2006). The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep. *Czech Journal of Animal Science*, 51(8), 343–348.
- Ángeles Hernández, J. C., Radic Schilling, S., Vera Arias, M. A., Echeverría Pérez, R. A., Castelán-Ortega, O. A., Ramírez Pérez, A. H., & González Ronquillo, M. (2018). Effect of live weight pre- and post-lambing on milk production of East Friesian sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 184–194. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1349536>
- Atta, M., & El Khidir, O. A. (2004). Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of liveweight of Nilotic sheep. *Small Ruminant Research*, 55(1–3), 233–237. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.01.005>
- Brown, D. J., Savage, D. B., Hinch, G. N., & Hatcher, S. (2015). Monitoring liveweight in sheep is a valuable management strategy: A review of available technologies. *Animal Production Science*, 55(4), 427–436. <https://doi.org/10.1071/AN13274>
- Collett, D. (2015). *Modelling survival data in medical research*. CRC press.
- Ferguson, D. M., & Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
- Greenwood, P. L., Hunt, a S., Hermanson, J. W., Bell, a W., Greenwood, P. L., Hunt, A. S., ... Bell, A. W. (1998). Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep : I . Body growth and composition , and some aspects of energetic efficiency The online version of this article , along with updated information and services , is located on the World Wide . *Journal of Animal Science*, (February 2016), 2354–2367. <https://doi.org/doi:2000.78150x>
- Hatcher, S., Eppleston, J., Graham, R. P., McDonald, J., Schlunke, S., Watt, B., & Thornberry, K. J. (2008). Higher weaning weight improves postweaning growth and survival in young Merino sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(7), 966–973. <https://doi.org/10.1071/EA07407>
- Kaler, J., & Ruston, A. (2019). Technology adoption on farms: Using Normalisation Process Theory to understand sheep farmers' attitudes and behaviours in relation to using precision technology in flock management. *Preventive Veterinary Medicine*, 170(November 2018), 104715. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104715>
- Ndour, A., Loison, R., Gourlot, J.-P., Ba, K. S., & Clouvel, P. (2017). Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review Nathalie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2017, 21(1), 22–35. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13706>
- Sowande, O. S., & Sobola, O. S. (2008). Body measurements of west African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. *Tropical Animal Health and Production*, 40(6), 433–439. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9116-z>

Topal, M., & Macit, M. (2004). Prediction of body weight from body measurements in morkaraman sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 25(2), 97–100. <https://doi.org/10.1080/09712119.2004.9706484>

Tullo, E., Finzi, A., & Guarino, M. (2019). Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Science of the Total Environment*, 650, 2751–2760. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.018>

Yilmaz, O., Cemal, I., & Karaca, O. (2012). Estimation of mature live weight using some body measurements in Karya sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 397–403. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0229-7>

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

